

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-162459

(43)Date of publication of application : 07.06.2002

(51)Int.Cl.

G01S 5/30

G01S 5/14

(21)Application number : 2000-355723

(71)Applicant : NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED
INDUSTRIAL & TECHNOLOGY
NISHIMURA KIYOKAZU

(22)Date of filing : 22.11.2000

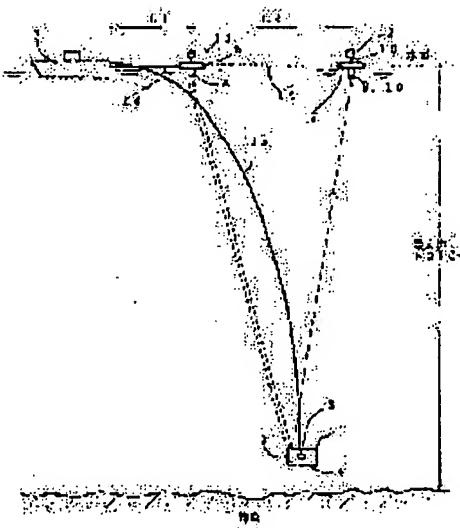
(72)Inventor : NISHIMURA KIYOKAZU

(54) POSITIONING DEVICE OF UNDERWATER MOVING BODY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a positioning device of an underwater moving body which does not require installation of three or more submarine transponders or enlargement of the device, and which has high positioning precision.

SOLUTION: This positioning device is provided with an observation boat 5 and sound transmitter/receivers loaded on the observation boat, a first water surface towed body 6 and a second water surface towed body 7 towed by the observation boat, a deep-sea towed apparatus 1 towed by the observation boat, an echo-sounder transducer loaded on the first water surface towed body, connected to the sound transmitter/receivers 8 on the observation boat by a communication cable, and positioned by a ratio location system, two echo-sounder receivers loaded on the second towed body, connected to the sound transmitter/ receivers 9, 10 by the communication cable and positioned by the radio location systems 11, 12, and a sound pulse transmitter loaded on the deep-sea towed apparatus. The position of the deep-sea towed apparatus is calculated, based on position data of the echo-sounder transducer and each echo-sounder receiver itself and distance data, from the echo-sounder transducer and the echo-sounder receivers to the sound pulse transmitter.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.12.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3561881

[Date of registration] 11.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-001528

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 22.01.2004

[Date of extinction of right]

(51)Int.Cl.
G 0 1 S 5/30
5/14

識別記号

F I
G 0 1 S 5/30
5/14テ-7ヨ-ト*(参考)
5 J 0 6 2
5 J 0 8 3

審査請求 有 請求項の数4 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願2000-355723(P2000-355723)

(22)出願日 平成12年11月22日(2000.11.22)

(71)出願人 301021533
独立行政法人産業技術総合研究所
東京都千代田区霞が関1-3-1

(71)出願人 598110312
西村 清和
茨城県つくば市東1丁目1番3 地質調査
所内

(72)発明者 西村 清和
茨城県つくば市東1丁目1番3 工業技術
院地質調査所内

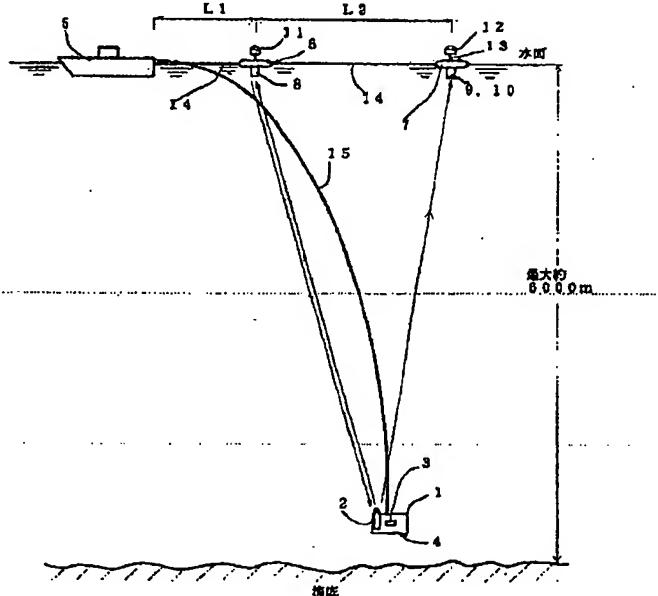
F ターム(参考) 5J062 BB02 CC07 FF03
5J083 AA03 AB14 AC28 AC32 AD02
AE03 AF15 AG09 BA01 CA05
DB02

(54)【発明の名称】 水中移動体の測位装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 3本以上の海底トランスポンダの設置が不要で
あり、かつ測位精度が良く、また装置を大規模にすること
とのない水中移動体の測位装置を提供する。

【解決手段】 観測船5及び観測船に搭載された音響送受
信機と、観測船に曳航される第一水面曳航体6及び第二
水面曳航体7と、観測船に曳航される深海曳航器1と、
第一水面曳航体に搭載され観測船上の音響送受信機8に
通信ケーブルで接続され電波測位システムで測位される
音響送受波器と、第二水面曳航体に搭載され観測船上の
音響送受信機9、10に通信ケーブルで接続され電波測
位システム11、12で測位される2つの音響受波器
と、深海曳航器に搭載された音響パルス発信器と、観測
船上に搭載され、音響送受波器及び各音響受波器自身の
位置データと音響送受波器及び音響受波器から音響パル
ス発信器までの距離データに基づいて深海曳航器の位
置を算出する。



ス及び上記深度計からの音響パルスを上記各音響受波器に送信することにより得られる上記各音響受波器から上記同期ピンガまたはレスポンダまでの距離データに基づいて上記深海曳航器の位置を算出する演算装置とを有することを特徴とする水中移動体の測位装置。

【請求項4】深海曳航器に海底高度計を搭載したことを特徴とする請求項1乃至請求項3いずれかに記載の水中移動体の測位装置。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、深海曳航器等の水中移動体の測位装置に関し、特にグローバル・ポジショニング・システムあるいはデファレンシャル・グローバル・ポジショニング・システム（本明細書において、両者を総称して単に「グローバル・ポジショニング・システム」あるいは「GPS」という。）、ロランC及びマイクロウエーブを使用したショートレンジ電波測位システム等（本明細書において、これら電波を使用して測位するシステムを総称して「電波測位システム」という。）

20 と音響測位方式とを組み合わせた水中移動体の測位装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のLBL方式（Long Base Line System）による水中移動体の測位装置では、図7に示すように3個の音響トランスポンダ4、4、4を海底の各々の位置に設置し、観測船2の船底に設置されたトランシューサ3と各々の音響トランスポンダ4、4、4との直距離を音波の往復伝送時間から測定することによって、各音響トランスポンダ4、4、4で作られる座標系から見たトランシューサ3の位置をまず求める。次に、水中移動体1と各々の音響トランスポンダ4、4、4との間の直距離及び水中移動体1と観測船2のトランシューサ3との直距離を測定することによって、各々の音響トランスポンダ4、4、4で作られる座標系から見た水中移動体1の位置を測定していた。

30 【0003】また、従来のSSBL方式（Super Short Base Line System）では、観測船の船底または舷側に固定したトランシューサと水中移動体に設置した音響トランスポンダとの間で音響の送受を行い、両者間の直距離および水中移動体の方向を測定するものであった。また、従来のLBL方式を発展させたものとしては、図8に示すような測位方式が提案されている。この例では、母船2及び2隻の支援船3、3に各々GPS及び受波器4、5、5を搭載しておき、潜水調査船1に搭載された同期ピンガ6からの深度データを含む発信パルスを各受波器4、5、5が受信することにより潜水調査船1の位置を測定するものである。

40 【0004】

【請求項3】観測船及び上記観測船に搭載された音響送受信機と、上記観測船に第一曳航索を介して曳航されるようにした第一水面曳航体及び第二水面曳航体と、上記観測船に第二曳航索を介して曳航されるようにした深海曳航器と、上記第一水面曳航体に搭載され上記観測船上の音響送受信機に通信ケーブルで接続された音響送受波器と、上記第二水面曳航体に搭載され上記観測船上の音響送受信機に通信ケーブルで接続されたグローバル・ポジショニング・システム及び音響送受波器と、上記第二水面曳航体に搭載され観測船上の音響送受信機に通信ケーブルで接続されたグローバル・ポジショニング・システム及び2つの音響送受波器と、上記深海曳航器に搭載された音響トランスポンダ及び深度計と、上記観測船上に搭載され、上記グローバル・ポジショニング・システムによって計測した音響送受波器及び各音響送受波器自身の位置データと上記音響送受波器から発信された音響パルス及び上記深度計からの音響パルスを上記音響トランスポンダを介して上記各音響送受波器に送信することにより得られる上記音響送受波器及び音響送受波器から上記音響トランスポンダまでの距離データに基づいて上記深海曳航器の位置を算出する演算装置とを有することを特徴とする水中移動体の測位装置。

【請求項3】観測船及び上記観測船に搭載された音響送受信機と、上記観測船に第一曳航索を介して曳航されるようにした第一水面曳航体及び第二水面曳航体と、上記観測船に第二曳航索を介して曳航されるようにした深海曳航器と、上記第一水面曳航体に搭載され上記観測船上の音響送受信機に通信ケーブルで接続されたグローバル・ポジショニング・システム及び音響送受波器と、上記第二水面曳航体に搭載され観測船上の音響送受信機に通信ケーブルで接続されたグローバル・ポジショニング・システム及び2つの音響送受波器と、上記深海曳航器に搭載された同期ピンガまたはレスポンダ及び深度計と、上記観測船上に搭載され、上記グローバル・ポジショニング・システムによって計測した各音響送受波器自身の位置データと上記同期ピンガまたはレスポンダからの音響パルス及び上記同期ピンガまたはレスポンダからの音響パルスを上記各音響送受波器に送信することにより得られる上記音響送受波器及び音響送受波器から上記同期ピンガまたはレスポンダまでの距離データに基づいて上記深海曳航器の位置を算出する演算装置とを有することを特徴とする水中移動体の測位装置。

【請求項4】深海曳航器に海底高度計を搭載したことを特徴とする請求項1乃至請求項3いずれかに記載の水中移動体の測位装置。

【発明が解決しようとする課題】従来のL B L方式による水中移動体の測位装置では、測位精度は良いものの、音響トランスポンダを最低3本設置する必要があり、その測定範囲は3~4km四方程度であり、広範囲に測定するにはトランスポンダを多数海底に設置する必要があった。また、予め、各トランスポンダの水深と相対位置を決定しておく(キャリブレーションと呼ばれる。)必要があり、測位の作業能率は良くない。

【0005】また、従来のSSB L方式は、複数のトランスポンダの設置やキャリブレーションが不要のため測位の作業能率は良いが、基線長が短いことから長距離の測位では測位精度が低下するという欠点を有している。また、図8に示す方式では、支援船2隻を使用するため装置が大規模になり、操船者も必要である。また、各受波器を設置する母船及び支援船にはスクリューを備えているため船体ノイズの影響で測位が不能になることがある。また、支援船で得たデータを無線で母船に送るため無線装置が必要であり、また、電波法の規制を受けることから外国の領海で使用できないといった欠点があった。

【0006】本発明は、このような従来の技術が有する課題を解決するために提案されたものであり、3本以上の海底トランスポンダの設置とかキャリブレーションといった作業が不要であり、かつ測位精度が良く、また装置を大規模にすることのない水中移動体の測位装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明による水中移動体の測位装置は、観測船及び上記観測船に搭載された音響送受信機と、上記観測船に第一曳航索を介して曳航されるようにした第一水面曳航体及び第二水面曳航体と、上記観測船に第二曳航索を介して曳航されるようにした深海曳航器と、上記第一水面曳航体に搭載され上記観測船の音響送受信機に通信ケーブルで接続され電波測位システムで測位される音響送受波器と、上記第二水面曳航体に搭載され観測船の音響送受信機に通信ケーブルで接続され電波測位システムで測位される2つの音響送受波器と、上記深海曳航器に搭載された音響パルス発信器と、上記観測船上に搭載され、音響送受波器及び各音響受波器自身の位置データと上記音響送受波器及び音響受波器から上記音響パルス発信器までの距離データとに基づいて上記深海曳航器の位置を算出する演算装置とを有する構成としている。

【0008】また、本発明による水中移動体の測位装置は、観測船及び上記観測船に搭載された音響送受信機と、上記観測船に第一曳航索を介して曳航されるようにした第一水面曳航体及び第二水面曳航体と、上記観測船に第二曳航索を介して曳航されるようにした深海曳航器と、上記第一水面曳航体に搭載され上記観測船の音響送受信機に通信ケーブルで接続されたGPS及び音響送

受波器と、上記第二水面曳航体に搭載され観測船上の音響送受信機に通信ケーブルで接続されたGPS及び2つの音響受波器と、上記深海曳航器に搭載された音響トランスポンダ及び深度計と、上記観測船上に搭載され、上記GPSによって計測した音響送受波器及び各音響受波器自身の位置データと上記各音響受波器から発信された音響パルス及び上記深度計からの音響パルスを上記各音響トランスポンダを介して上記各音響受波器に送信することにより得られる上記音響送受波器及び音響受波器から上記音響トランスポンダまでの距離データとに基づいて上記深海曳航器の位置を算出する演算装置とを有する構成としている。

【0009】また、本発明による水中移動体の測位装置は、観測船及び上記観測船に搭載された音響送受信機と、上記観測船に第一曳航索を介して曳航されるようにした第一水面曳航体及び第二水面曳航体と、上記観測船に第二曳航索を介して曳航されるようにした深海曳航器と、上記第一水面曳航体に搭載され上記観測船の音響送受信機に通信ケーブルで接続されたGPS及び音響受波器と、上記第二水面曳航体に搭載され観測船上の音響送受信機に通信ケーブルで接続されたGPS及び2つの音響受波器と、上記深海曳航器に搭載された同期ピンがまたはレスポンダ及び深度計と、上記観測船上に搭載され、上記GPSによって計測した各音響受波器自身の位置データと上記同期ピンがまたはレスポンダからの音響パルス及び上記深度計からの音響パルスを上記各音響受波器に送信することにより得られる上記各音響受波器から上記同期ピンがまたはレスポンダまでの距離データとに基づいて上記深海曳航器の位置を算出する演算装置とを有する構成としている。

【0010】

【作用】上述した構成によれば、まず、電波測位システムによって第一水面曳航体の音響送受波器及び第二水面曳航体の各音響受波器の位置が決定される。次に、第一水面曳航体の音響送受波器及び第二水面曳航体の2つの音響受波器から深海曳航器の音響パルス発信器までの直距離を音波の伝送時間から求める。これら3個の直距離を半径とする球面の交点が音響トランスポンダの位置であるから、この交点を求めることにより、深海曳航器の測位が可能となる。また、計算を簡単にし、測位精度を上げるため、音響パルス発信器の深度を測定し、上記3個の直距離とこの深度とから、第一水面曳航体の音響送受波器及び第二の水面曳航体の2つの音響受波器から深海曳航器の音響パルス発信器までのそれぞれの水平距離を求めることもできる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明による水中移動体の測位装置の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

図1および2は、海底等の調査を行う水中移動体である深海曳航器1の測位を行うための装置全体を示した図であり、図1は正面図、図2は平面図である。深海曳航器1には、音響トランスポンダ2、深度計3及び海底高度計4が搭載されており、母船である観測船5に第二曳航索15を介して曳航されるようになっている。なお、上記音響トランスポンダ2に替えて図示しない同期ピンガまたはレスポンダを用いるようにしても良い（本明細書において、音響トランスポンダ、同期ピンガおよびレスポンダを総称して「音響パルス発信器」という。）。この場合、後記する第一水面曳航体6の音響送受波器8は音響受波器が用いられる。この深海曳航器1は、海底の深さに応じて移動するものであるが、最大約6000mの深さまで潜水可能である。深度計3としては、圧力式深度計が適している。

【0012】第一水面曳航体6には音響送受波器8及び電波測位システム、例えばGPS受信機11が搭載されており、観測船5から距離L1（例えば50m程度）離間するように第一曳航索14を介して観測船5に曳航される。また、第二水面曳航体7にはその両側に音響受波器9、10が搭載されるとともに電波測位システム、例えばGPS受信機12及び方位計13が搭載されており、第一水面曳航体6から後方に距離L2（例えば100m程度）離間して第一曳航索14を介して観測船5に曳航されるようになっている。また、第二水面曳航体7の2つの音響受波器9、10の各々の直上にGPS受信機を設置する場合は方位計を設ける必要がない。距離L1は、音響送受波器8が観測船5のノイズを受けないように適宜設定されるものであり、また、距離L2は、測位精度の関係から適宜設定される。水面曳航体6及び7は長さ2m、幅1m程度で十分であり、例えばサーフボードの利用が考えられる。

【0013】図3は、図1および図2に示したもののが変形例であり、図1および図2に示した第二水面曳航体7に搭載された2つの受波器9、10のうちの一方の受波器9をもう一つの第二水面曳航体7'に搭載する。この際、新たに設ける第二水面曳航体7'は観測船5から直接、第一曳航索14を介して距離L3離間して第一水面曳航体6と並列に配置され、第一水面曳航体6及び第二水面曳航体7と共に三角形の基線を構成する。この方式によれば、図1および図2に示したものに比べ基線が長くとれることから、その測位精度の向上が図れる。なお、この場合、第二水面曳航体7'にもGPS受信機12が搭載されることから、方位計を設置する必要はない。

【0014】図4は音響パルス等の情報を処理する装置を示しており、観測船5には音響送受信器16及び演算装置17が搭載され、音響送受信機16は音響送受波器8及び音響受波器9、10と通信ケーブルで接続され、演算装置17はGPS受信機11、12及び方位計

13と通信ケーブルで接続されている。音響送受波器8から発信された音響パルスは深海曳航器1に搭載された音響トランスポンダ2によって受信され、音響トランスポンダ2はその受信パルスに基づいて音響パルスを発信する。なお、音響トランスポンダに替えて同期ピンガまたはレスポンダを用いる場合は同期ピンガまたはレスポンダ自らが音響パルスを発信するので音響送受波器からの音響パルスの発信の必要はない。

【0015】また、深度計3からの深度データはパルス間隔変調され音響トランスポンダ2から、2番目の音響パルスとして発信される。音響トランスポンダ2から発信された1番目の音響パルスは音響送受波器8、音響受波器9、10によって受信され、音響送受波器8が発信してから音響送受波器8及び各音響受波器9、10が受信するまでの時間を音響送受信機16が計測するようになっている。

【0016】深海曳航器1の位置を測位するには、図5において、まず、音響送受波器8の位置（a1、b1）がGPS受信機11により決定され、また、音響受波器9、10の位置（a2、b2）、（a3、b3）が方位計13の方位データとGPS受信機12の測位データとを組み合わせることにより（第1、2図の場合）、あるいはGPS受信機12の測位データにより（第3図の場合）決定される。次に、トランスポンダ2から発信された1番目のパルスを音響送受波器8及び音響受波器9、10が受信することにより、音響送受波器8が発信してから各音響受波器8、9、10が受信するまでの各時間T1、T2、T3を音響送受信機16により測定する。

【0017】これにより、音響トランスポンダ2と音響送受波器8、音響受波器9、10とのそれぞれの直距離R1、R2、R3は音速をVとすると、 $R1 = V \times T1$ 、 $R2 = V \times T2$ 、 $R3 = V \times T3$ として求めることができる。直距離R1、R2、R3を半径とする球面の交点が音響トランスポンダ2の位置となるので、直距離R1、R2、R3から音響トランスポンダ2の位置を計算から求めることができる。しかし、計算を簡単にし、測位精度を上げるために、音響トランスポンダ2の深度Dを測定することが実用的である。音響トランスポンダ2の深度Dは、音響トランスポンダ2からの2番目のパルスとして音響送受波器8が受信することにより算出できる。したがって、音響トランスポンダ2と音響送受波器8、音響受波器9、10とのそれぞれの水平距離S1、S2、S3は、 $S1^2 = R1^2 - D^2$ 、 $S2^2 = R2^2 - D^2$ 、 $S3^2 = R3^2 - D^2$ として求められる。

【0018】これらS1、S2、S3の交点が深海曳航器1に搭載された音響トランスポンダ2の位置（x、y）となる。この位置（x、y）は次の式により求められる。

$$\begin{aligned} 7 \\ (x-a_1)^2 + (y-b_1)^2 &= S_1^2 \\ (x-a_2)^2 + (y-b_2)^2 &= S_2^2 \\ (x-a_3)^2 + (y-b_3)^2 &= S_3^2 \end{aligned}$$

【0019】上記例では、深海曳航器1に音響トランスポンダ2を搭載しているが、この音響トランスポンダ2に替えて同期ピンガやレスポンダを使用することもできる。音響トランスポンダは水面から送信された音波を音響トランスポンダが受信できないと応答波を発信しないが、同期ピンガおよびレスポンダはそのようなことはない。しかし、同期ピンガ方式では、船上側と水中の同期ピンガの同期が狂うと、レンジデータに誤差が発生する。

【0020】また、上記した曳航索15による深海曳航器1を曳航するオフライン曳航方式（海底の状況をオンラインで観測船に送らない方式）では、曳航体が海底に衝突しないよう配慮する必要がある。そのため、エコーサウンダ等の海底高度計を音響トランスポンダ2に接続し、海底からの高さを測定し、パルス間隔変調で3番目のパルスで送るようにすることも有用である。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、まず、第一、第二の水面曳航体にそれぞれ搭載されたGPSなどの電波測位システムによって第一水面曳航体の音響送受波器及び第二水面曳航体の各音響送受波器の位置が決定され、次いで、第一水面曳航体の音響送受波器、第二水面曳航体の音響送受波器から深海曳航器の音響トランスポンダまでの直距離と深海曳航器の深度データとから第一、第二の水面曳航体から深海曳航器までのそれぞれの水平距離が求められることになり、深海曳航器の測位が可能となる。これにより従来のLBL方式のように最低3本の音響トランスポンダを海底に設置するといった作業が不要であり、また、キャリブレーションの作業も不要となる。また、測定範囲が音響トランスポンダの設置範囲に限定されることがないため、広範囲となる。

【0022】また、従来のSSBL方式に比べ基線長が長いので、測位精度が良好である。また、図8に示す母船及び支援船を用いる方式に比べ、支援船2隻を使用する必要がないため装置が大型になることもなく操船者も不要となる。また、各受波器を設置する水面曳航体には

スクリューを備えていないため船体ノイズの影響で測位精度が悪くなるということもない。また、音響送受波器及び音響受波器で得たデータを観測船に送るための無線装置が不要であり、また、電波法の規制を受けることもないといった利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による水中移動体の測位装置の一実施例を示す全体正面図である。

【図2】本発明による水中移動体の測位装置の一実施例を示す全体平面図である。

【図3】本発明による水中移動体の測位装置の他の実施例を示す全体平面図である。

【図4】本発明による水中移動体の測位装置の情報処理の一実施例を示すブロック図である。

【図5】本発明による水中移動体の測位装置の各機器の音響パルスの発信及び受信状況を示すタイムチャート図である。

【図6】本発明による水中移動体の測位装置の深海曳航器の測位方式を示した説明図である。

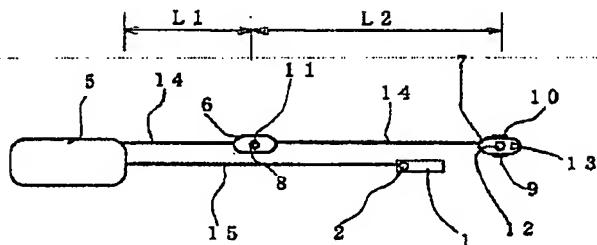
【図7】従来の水中測位装置であるLBL方式を示した図である。

【図8】従来の水中測位装置である母船及び支援船を用いる方式を示した図である。

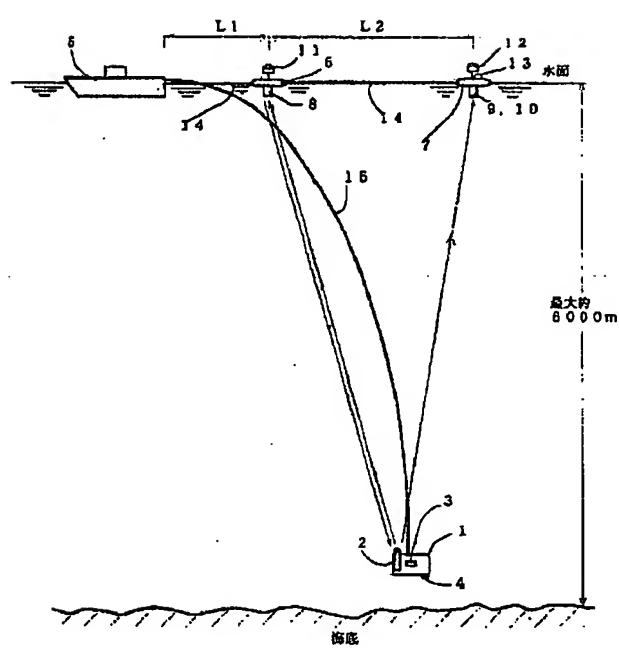
【符号の説明】

- 1 深海曳航器
- 2 音響トランスポンダ
- 3 深度計
- 4 海底高度計
- 5 観測船
- 6 第一水面曳航体
- 7、7' 第二水面曳航体
- 8 音響送受波器
- 9、10 音響受波器
- 11, 12 GPS受信機
- 13 方位計
- 14 第一曳航索
- 15 第二曳航索
- 16 音響送受信機
- 17 演算装置

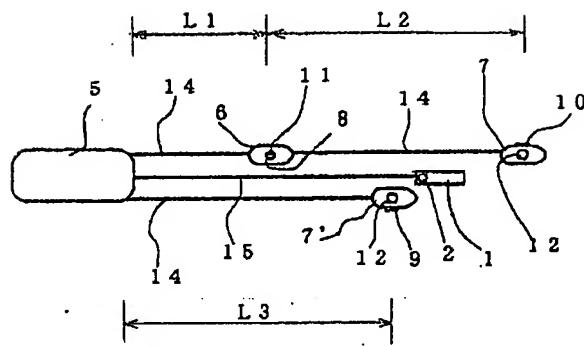
【図2】



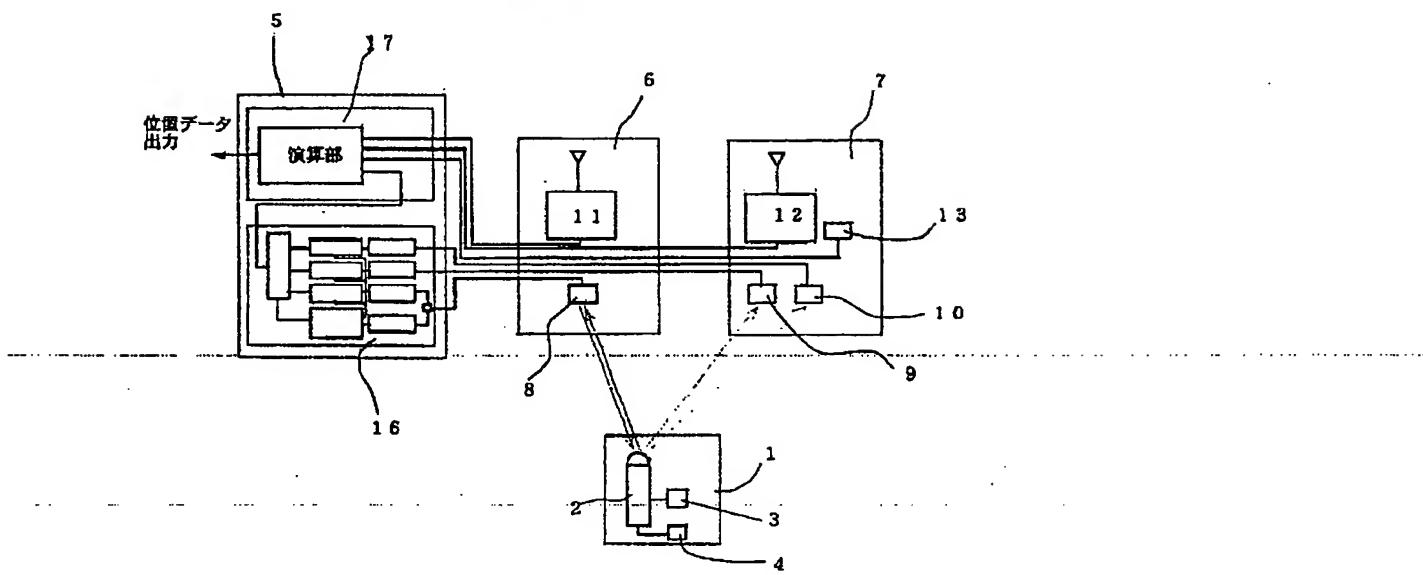
【図1】



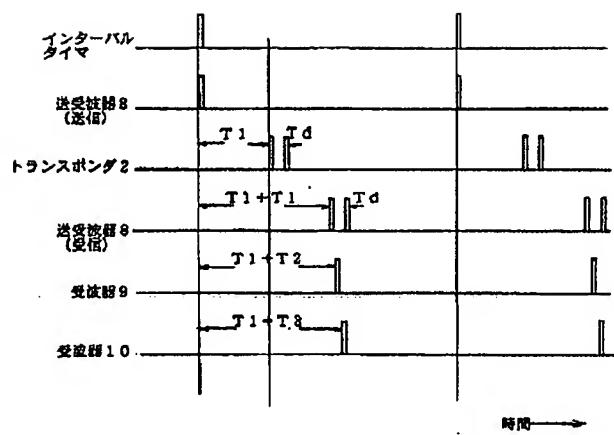
【図3】



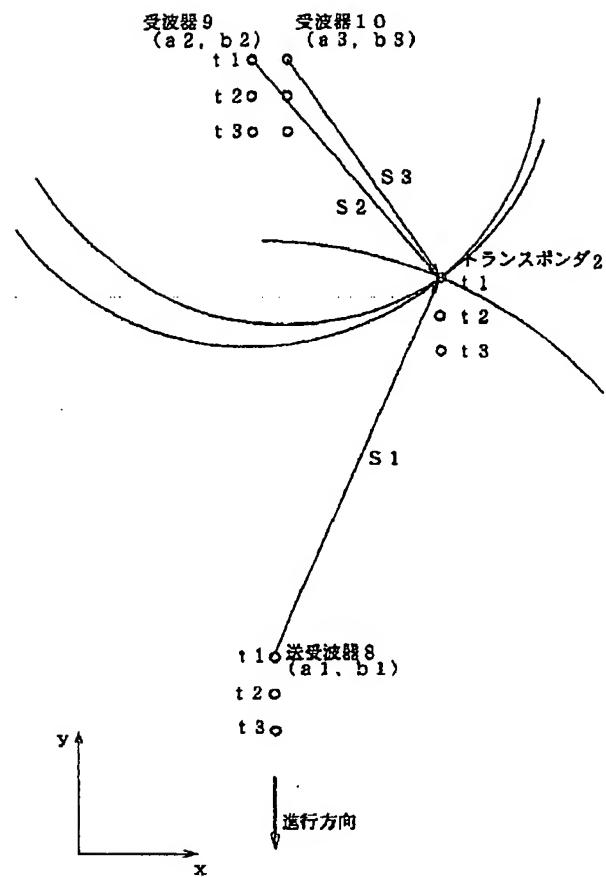
【図4】



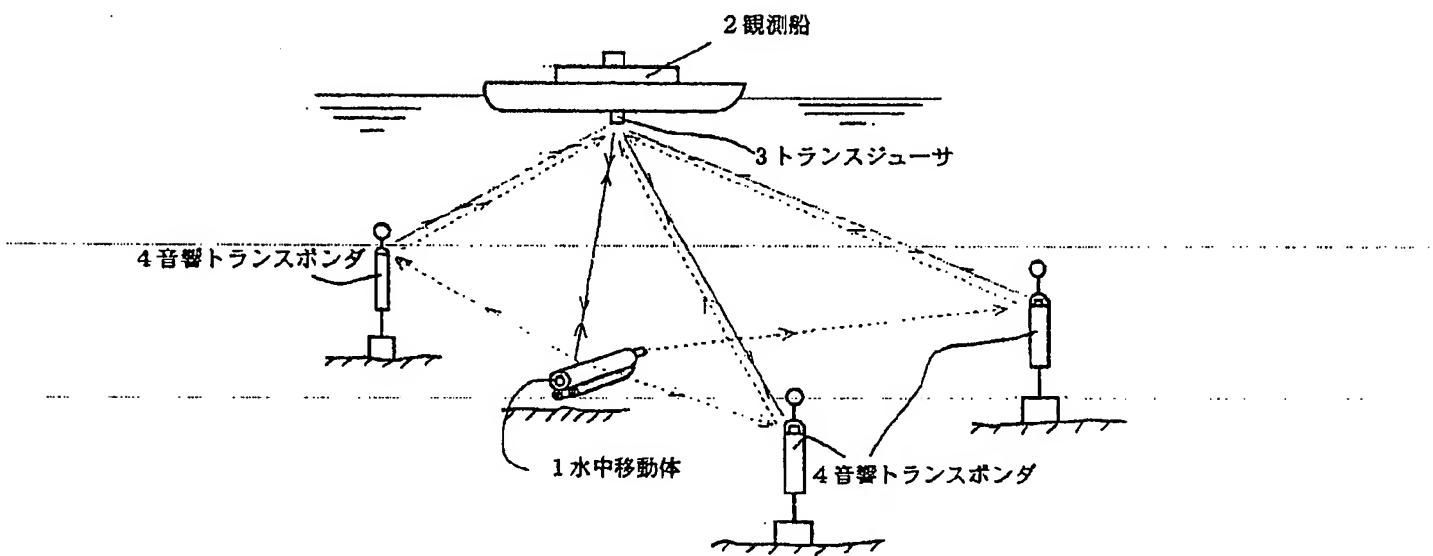
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

